

PAT-NO: JP362246667A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62246667 A  
TITLE: PIEZOELECTRIC VALVE AND ITS DRIVING METHOD  
PUBN-DATE: October 27, 1987

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
MATSUMURA, TAKENORI  
FURUTA, KEIICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
UBE IND LTD N/A

APPL-NO: JP61088338  
APPL-DATE: April 18, 1986

INT-CL (IPC): F16K031/02  
US-CL-CURRENT: 137/102, 251/129.06

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a sufficient pressing force by making both a mechanical deflection force and a force produced by an electric field of the same direction with that of residual polarization of a piezoelectric deflection element work on a valve piece.

CONSTITUTION: When a valve piece 22 is closing an input port 24, piezoelectric deflection element 6 is forcibly made to deflect mechanically upward. Between leads 19 and 20 is applied a voltage with the side of the lead 19 positive to produce an electric field of the same direction with that of residual polarization in a piezoelectric plate 11. This produces a contraction

force only in the piezoelectric plate to produce a downward force at a free end of the piezoelectric deflection element 6 due to the contraction force of the piezoelectric plate 11. Thus, the valve piece 22 closes the input port 24 by means of the piezoelectric element 6.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-246667

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)10月27日

F 16 K 31/02

A-7114-3H

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 圧電バルブ及びその駆動方法

⑯ 特 願 昭61-88338

⑰ 出 願 昭61(1986)4月18日

⑱ 発 明 者 松 村 武 宜 宇部市大字小串1978番地の5 宇部興産株式会社宇部研究所内

⑲ 発 明 者 古 田 圭 一 宇部市大字小串1978番地の5 宇部興産株式会社宇部研究所内

⑳ 出 願 人 宇部興産株式会社 宇部市西本町1丁目12番32号

㉑ 代 理 人 弁理士 山下 稔平

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

圧電バルブ及びその駆動方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 圧電板をバネ性を有する基板の両面に貼付けてバイモルフ型の圧電たわみ素子とし、該圧電たわみ素子の一端を固定部材により固定支持し且つ他端を自由端とし該自由端に弁体を付設し、該弁体を流体出入口に対向させ、予め圧電たわみ素子を機械的に弾性変形させ該変形により発生するバネ力と上記圧電たわみ素子の一方の圧電板にのみ該圧電板の残留分極と同じ極性の電圧を印加することにより発生する力との双方により上記弁体を流体出入口に押圧する様に構成してなることを特徴とする、圧電バルブ。

(2) 圧電たわみ素子と流体出入口との組を2以上有する、特許請求の範囲第1項の圧電バルブ。

(3) 圧電板をバネ性を有する基板の両面に貼付けてバイモルフ型の圧電たわみ素子とし、該圧電たわみ素子の一端を固定部材により固定支持し且

つ他端を自由端とし該自由端に弁体を付設し、該弁体を流体出入口に対向させてなる圧電バルブを駆動する方法において、予め圧電たわみ素子を機械的に弾性変形させてバネ力を発生させておき、上記圧電たわみ素子の一方の圧電板にのみ該圧電板の残留分極と同じ極性の電圧を印加することにより力を発生させ、これら2つの力に基づき弁体を流体出入口に押圧することを特徴とする、圧電バルブの駆動方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は圧電板の電圧印加による伸縮を利用した圧電バルブとその駆動方法に関する。

(従来の技術)

従来、流体回路たとえば空気圧回路または油圧回路において制御弁として圧電体を用いたものが提案されている。

たとえば、実開昭60-75775号公報及び実開昭60-75776号公報には、2枚の圧電板を金属板を挟んで貼合わせてなるバイモルフ構

造の圧電たわみ素子を用いた圧電バルブが開示されている。この圧電バルブにおいては、動作時に圧電印加により一方の圧電板が長い方向に伸び且つ他方の圧電板が長さ方向に縮むことにより全体として一方向にたわみ、これにより弁体を移動させている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかして、以上の様な従来のバイモルフ構造の圧電たわみ素子を利用した圧電バルブにおいては、圧電たわみ素子に電圧を印加しない時に弁体が流体出入口を閉じる様になっている。そして、この閉状態における弁体による流体出入口のシールを十分なものとするため、予めたわみ素子を強制的に機械的にたわませ弁体を流体出入口に押しつけた状態とされている。

この様に、従来の圧電バルブにおいては圧電たわみ素子に電圧を印加しない段階で既にかかなりの弾性変形がなされており、流体出入口の開状態を実現する際には圧電たわみ素子に電圧を印加して電圧板を伸縮させ更に大きく圧電たわみ素子を弾

性変形させることになる。

圧電板としては一般にセラミックスが使用されるが、セラミックスは引張変形に対する強度が比較的弱いので弾性たわみ変形により凸面とされた方の圧電板にはクリープ現象が発生し易く、このため長時間経過後には弁体を流体出入口に押圧する力が低下して十分なシール状態を実現することができなくなるという問題点があった。

また、バイモルフ構造の圧電たわみ素子に電圧を印加した時に生ずるたわみ変形のみにより弁体を流体出入口に押圧することも考えられるが、上記の従来の圧電バルブにおけるバイモルフ構造の圧電たわみ素子の動作時には、一方の圧電板には必ず残留分極の向きとは逆向きの電界が印加されるので、電圧印加時間が長いと徐々に脱分極現象に基づく分極劣化が進行し初期特性が損なわれ十分な押圧力が得られなくなり、信頼性が低いという問題点がある。

(問題点を解決するための手段)

本発明によれば、以上の如き従来技術の問題点

3

を解決するものとして、

(1) 圧電板をバネ性を有する基板の両面に貼付けてバイモルフ型の圧電たわみ素子とし、該圧電たわみ素子の一端を固定部材により固定支持し且つ他端を自由端とし該自由端に弁体を付設し、該弁体を流体出入口に対向させ、予め圧電たわみ素子を機械的に弾性変形させ該変形により発生するバネ力と上記圧電たわみ素子の一方の圧電板にのみ該圧電板の残留分極と同じ極性の電圧を印加することにより発生する力との双方により上記弁体を流体出入口に押圧する様に構成してなることを特徴とする、圧電バルブ、

及び、

(2) 圧電板をバネ性を有する基板の両面に貼付けてバイモルフ型の圧電たわみ素子とし、該圧電たわみ素子の一端を固定部材により固定支持し且つ他端を自由端とし該自由端に弁体を付設し、該弁体を流体出入口に対向させてなる圧電バルブを駆動する方法において、予め圧電たわみ素子を機械的に弾性変形させてバネ力を発生させておき、

4

上記圧電たわみ素子の一方の圧電板にのみ該圧電板の残留分極と同じ極性の電圧を印加することにより力を発生させ、これら2つの力に基づき弁体を流体出入口に押圧することを特徴とする、圧電バルブの駆動方法、が提供される。

(実施例)

以下、図面を参照しながら本発明の具体的実施例を説明する。

第1図は本発明による圧電バルブの第1の実施例を示す断面図である。

第1図において、2はバルブケースであり、該ケース内には固定部材4が固定配置されている。該固定部材4には圧電たわみ素子6の一端部が固定支持されている。該圧電たわみ素子は基板8の両面に圧電板10、11を貼合わせたものからなる。

第1図の部分拡大図に示されている様に、圧電板10、11の両面にはそれぞれ電極12、13、14、15が付されており、また基板8と電極

5

6



13, 14との間にはそれぞれ接着剤層16, 17が介在している。尚、圧電板10, 11にはそれぞれ矢印で示される様な一方の電極側から他方の電極側へと向いた残留分極が存在する。また、電極12にはパルプケース2外へと延びているリード線18が接続されており、電極13, 14にはパルプケース2外へと延びている共通のリード線19が接続されており、電極15にはパルプケース2外へと延びているリード線20が接続されている。これら各リード線の端部には所望の電圧を印加できる様になっている。

この様なバイモルフ型圧電たわみ素子6は、たとえば、セラミック圧電材料粉とバインダー等とを混合し押出法あるいはドクターブレード法によってシート成形を行ない焼成して得た圧電体を板状に切出し、かくして得た圧電板の両面に銀ペースト等を焼付けることによって電極を付与し、高温のシリコン油中で該電極間に2000V/■程度の高電圧を印加して残留分極を生ぜしめ、しかる後に金属板またはセラミック板等のバネ性

(即ち、復元性)を有する材料からなる基板の両面に接着剤層を介して接合することにより作製される。尚、リード線は基板 8 と圧電板 10、11 との接合の前に接続してもよいし、あるいは後加工により接続してもよい。

上記圧電材料は、圧電セラミックスの外、圧電ポリマー、あるいは圧電セラミックスと圧電ポリマーとの複合体のいずれであってもよい。

上記圧電たわみ素子 6 の自由端部側（即ち固定部材 4 により支持されている端部と反対側の端部側）の下面には電極 15 面上に弁体 22 が付設されている。該弁体はたとえばゴム材からなる。

バルブケース 2 には、上記弁体 22 と対向する位置に流体圧入力ポート 24 が設けられており、また該バルブケース 2 には流体圧出力ポート 26 が設けられている。尚、28 は入力ポート位置調節手段であり、該手段はたとえば入力ポート 24 とネジ結合されバルブケース 2 とフリー回転可能な様に結合されたものであり、該調節手段 28 を入力ポート 24 のまわりにて適宜の角度回転させ

ることにより該入力ポートを上向きまたは下向きに所望の距離移動させることができるものである。

次に、本実施例における動作を説明する。

第1図に示される状態においては、弁体22は入力ポート24を閉じている。この状態において入力ポート24は弁体22に押圧されており、かくして圧電たわみ素子6は機械的に上方へと強制的にたわませられている。また、リード線18と19との間に電圧は印加されておらず、一方リード線19と20との間にはリード線19側が正となる様な電圧を印加し圧電板11内に残留分極の向きと同一の向きの電界を発生させることにより該圧電板のみに収縮力が発生し、かくして圧電たわみ素子6の自由端には該圧電板11の収縮力に基づく下向きの力が発生する。かくして、弁体22は圧電たわみ素子6の機械的強制たわみ変形に基づき発生したバネ力と該圧電たわみ素子6の一方の圧電位置11の収縮に基づき発生した力との双方により入力ポート24に押圧され該ポートを閉じている。この際の圧電たわみ素子6の機械的た

わみ変形の大きさは入力ポート位置調節手段28を操作することにより適宜設定することができる。かくして、第1図に示される状態においては入力ポート24からバルブケース2内への流体流入がなく且つ出力ポート26からの流体流出もない。

第1図に示すされる様な入力ポート28の閉状態を長期間にわたって良好に維持するためには、圧電たわみ素子6の機械的たわみ変形をできるだけ小さくし同時に圧電板11への印加電圧をできるだけ大きくするのが好ましい。即ち、機械的たわみ変形を小さくすることによりクリープ現象の発生を抑制することができ、かくして経時劣化を少なくでき信頼性を高めることができる。

第2図は本実施例における入力ポート24の間状態を示す断面図である。この状態においてはリード線18と19の間にはリード線18側が正となる様な電圧が印加されており、リード線19と20の間にはリード線20側が正となる様な電圧が印加されている。これにより、一方の圧電板10は収縮し他方の圧電板11は伸張して、圧



電たわみ素子6は上方へとたわむ。かくして、弁体22が入力ポート24から離れ、入力ポート24からバルブケース2内へ流体が流入し且つ出力ポート26から流体が流出する。

尚、本実施例においては、第1図に示される状態で圧電たわみ素子6に与える機械的変形量を小さくしても、圧電板11に印加する電圧を大きくすることにより入力ポート24を十分な力でシールできるので、第2図に示される様に各リード線19、19、20に電圧を印加する際にリード線19と20との間に印加する電圧をそれ程大きくしなくても予め与えられた下向きの機械的たわみ変形による下向きの押圧力に抗して上向きにたわませることができる。かくして、圧電板11に対しその残留分極の向きと逆向きにそれ程大きな電界を印加する必要がないので分極劣化は殆ど生じない。

第3図は本発明による圧電バルブの第2の実施例を示す断面図である。本図において第1図に示けると同様の部材には同一の符号が付されている。

1 1

的変形に基づき弁体22が入力ポート24を押圧する力をも2倍に高めることができるので、圧電たわみ素子に予め与える機械的変形量を半分にすることができる。これにより圧電板11に発生するクリープ現象を更に低減させることができる。

第5図は本発明による圧電バルブの第3の実施例を示す断面図である。本図において第1図に示けると同様の部材には同一の符号が付されている。

本実施例においては、圧電たわみ素子6の自由端の上面にも弁体22bが付設されており、該弁体に対向する位置に排出ポート30及び排出ポート位置調節手段32が配設されている点のみ上記第1の実施例と異なる。

第6図は本実施例の動作説明のための断面図であり、上記第2図と同様の図である。

本実施例において、たわみ素子6の動作は上記第1の実施例におけると同様である。尚、第5図の状態における弁体22bと排出ポート30との間の距離は位置調節手段28と同様な位置調節手段32を操作することにより適宜設定することが

1 3

尚、第3図は上記第1図と同様の状態を示すものである。

本実施例は圧電たわみ素子が2つ並設されている点のみ上記第1の実施例と異なる。即ち、一方の圧電たわみ素子6の上方に他方の圧電たわみ素子6aが配置されている。該圧電たわみ素子6aにおいて、基板8及び圧電板10、11等は上記圧電たわみ素子6における同一であるが、該圧電たわみ素子6の弁体22に対応する位置には絶縁スペーサ22aが配置されている。

第4図は本実施例の動作説明のための断面図であり、上記第2図と同様の状態を示すものである。

本実施例における動作は基本的には上記第1の実施例におけると同一である。即ち、2つのたわみ素子6、6aには同様の電圧が印加される。

かくして、本実施例においては、第3図に示される状態にて、上記第1の実施例の場合と同一の駆動電圧にて圧電板11の収縮に基づき弁体22が入力ポート24を押圧する力を2倍に高めることができ、同時に圧電たわみ素子6、6aの機械

1 2

でき、第6図に示される様に各リード線に所定の電圧を印加した時に弁体22bにより排出ポート30が閉じられる様にされている。

第5図に示される状態においては、入力ポート24からの流体流入はなく且つ出力ポート26及び排出ポート30からの流体の流出及び排出もない。

第6図に示される状態においては、入力ポート24から流体が流入し且つ出力ポート26から流体が流出する。

そして、第5図の状態と第6図の状態との間の過渡的状态においては、入力ポート24から流体が流入し且つ排出ポート30から流体が系外へと排出されることになる。

第7図及び第8図は本発明による圧電バルブの第4の実施例を示す断面図である。本図において第1～6図に示けると同様の部材には同一の符号が付されている。

本実施例は上記第2の実施例において上記第3の実施例と同様に圧電たわみ素子6aの自由端上

1 4

面にも弁体22bを付設し且つ該弁体に対向する位置に排出ポート30及び排出ポート位置調節手段32を配設したものであり、これにより上記第2の実施例と第3の実施例の双方の作用効果が得られる。尚、第7図及び第8図はそれぞれ上記第5図及び第6図の状態に対応する図である。

以上の様な本発明の圧電バルブにおいては、使用する流体の温度変化や周囲環境の温度変化等が激しいことも予想されるので、温度変化に対するバルブ特性変化を抑制するため圧電たわみ素子を構成する基板としては圧電板と線膨張係数がほぼ等しいものを選ぶのが好ましい。

#### 〔発明の効果〕

以上の如き本発明によれば、流体出入口を閉じた状態において、圧電たわみ素子の機械的変形に基づく力と、該圧電たわみ素子の圧電板にその残留分極の向きと同一の向きの電界を印加することにより生ぜしめられる力との双方が弁体に作用せしめられるので、十分に大きな電圧を印加しても脱分極現象による分極劣化は発生せず、また圧電

たわみ素子の機械的変形量を比較的小さくしても十分な押圧力が得られるのでクリープ現象が発生しにくく、かくして長寿命且つ高信頼性の圧電バルブが提供される。

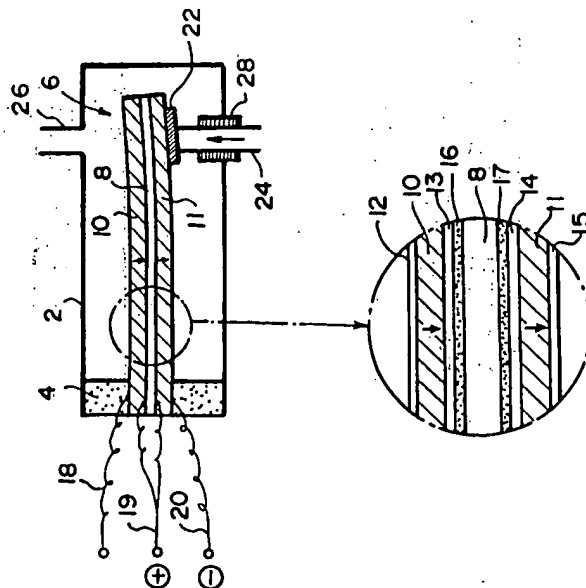
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図～第8図は本発明圧電バルブの断面図である。

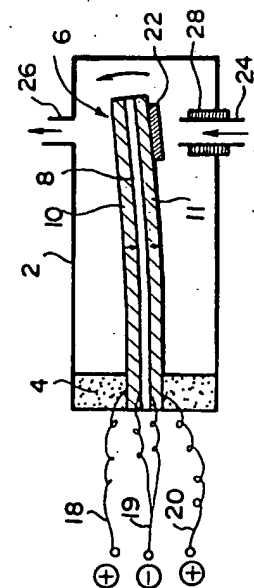
2：バルブケース、4：固定部材、6、6a：圧電たわみ素子、8：基板、10、11：圧電板、12～15：電極、16、17：接着剤層、18～20：リード線、22、22b：弁体、22a：絶縁スペーサ、24：入力ポート、26：出力ポート、28、32：ポート位置調節手段、30：排出ポート。

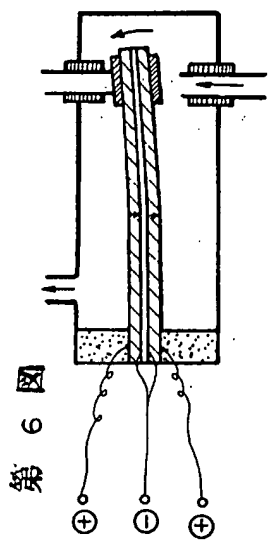
代理人 弁理士 山下 稔 平

第1図

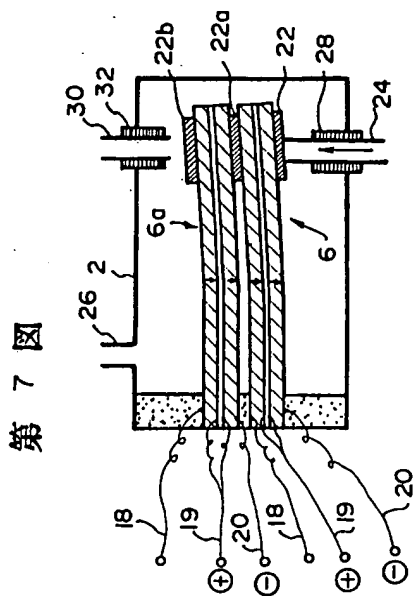


第2図



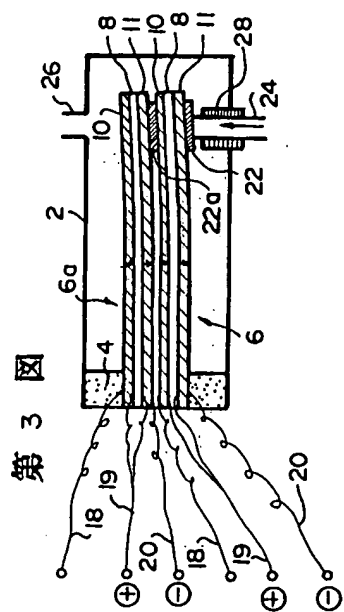
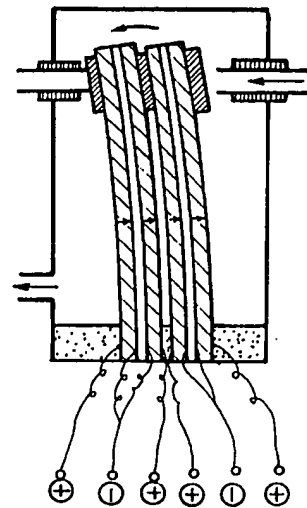


第 6 図

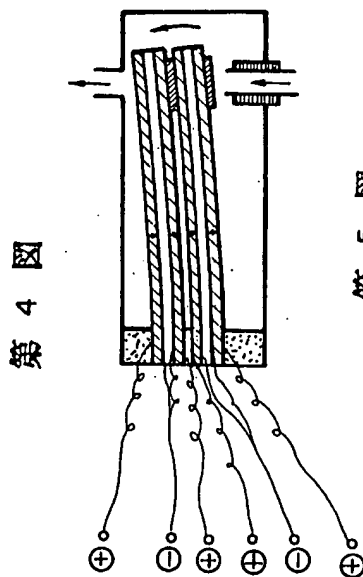


第 7 図

第 8 図



第 3 図



第 4 図

第 5 図

